

Potencial natural à erosão na sub-bacia hidrográfica do córrego Rico, no município de Muniz Freire (ES)

Caio Henrique Ungarato Fiorese^{1*}, Tiago Oliveira de Aguiar²

DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2022.37154>

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a erosão potencial na sub-bacia hidrográfica do córrego Rico (BHCR), a fim de subsidiar melhorias em conservação ambiental e produtividade econômica. Os procedimentos ocorreram no programa ArcGIS®, com auxílio de um banco de dados geográficos. Foi delimitada a BHCR com auxílio de Modelo Digital de Elevação. O potencial erosivo foi estimado através da Equação Universal de Perda dos Solos, com os parâmetros: declividade, comprimento de rampa, erodibilidade e erosividade. A erosão foi quantificada, classificada e mapeada. A classe de erosão mais abrangente é a “forte”. Porém, as classes “moderada a forte” a “muito forte” contabilizam 91,841%. As perdas de solo variam de 6,933 ton/ha.ano a 12173,283 ton/ha.ano, com média aritmética de 1715,276 ton/ha.ano e desvio padrão igual a 792,560 ton/ha.ano. Tais resultados indicam alta tendência à perda de solos, podendo causar perdas associadas a um planejamento incorreto das atividades rurais. O emprego de técnicas conservacionistas, a correta ocupação antrópica e manutenção da cobertura vegetal são medidas de extrema relevância para a BHCR.

Palavras-chave: Conservação do Solo. Impactos Ambientais. Mitigação. Ocupação Antrópica. Sistemas de Informações Geográficas.

Natural potential for erosion in the Rico stream sub-basin, in the municipality of Muniz Freire (ES)

Abstract

The objective of this study was to assess potential erosion in the stream Rico hydrographic sub-basin (SRHS), in order to support improvements in environmental conservation and economic productivity. The procedures took place in the ArcGIS® program, with the aid of a geographic database. SRHS was delimited with the aid of a Digital Elevation Model. The erosive potential was estimated using the Universal Soil Loss Equation, with the parameters: slope, ramp length, erodibility and erosivity. Erosion was quantified, classified and mapped. The most comprehensive erosion class is the “strong” one. However, the “moderate to strong” to “very strong” classes account for 91.841%. Soil losses range from 6.933 ton/ha.year to 12173.283 ton/ha.year, with arithmetic mean of 1715.276 ton/ha.year and standard deviation equal to 792.560 ton/ha.year. Such results indicate a high tendency for soil loss, which may cause losses associated with incorrect planning of rural activities. The use of conservationist techniques, the correct anthropic occupation and maintenance of vegetation cover are extremely important measures for SRHS.

Keywords: Anthropic occupation. Environmental impacts. Geographic information systems. Mitigation. Soil conservation.

¹Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, ES. Brasil.

<https://orcid.org/0000-0001-6866-0361>

²Instituto Federal do Espírito Santo. Alegre, ES. Brasil.

<https://orcid.org/0000-0003-2341-3556>

*Autor para correspondência: caiofiorese@hotmail.com

Introdução

Os ambientes naturais que compõem a paisagem apresentam uma interação com os outros elementos constituintes. As suas fragilidades, por várias vezes, são esquecidas. Já as potencialidades são observadas com o intuito único do seu aproveitamento dissociado de uma perspectiva sistêmica e de manutenção da própria vida antrópica (Silva, 2012).

A ocupação e o manejo inadequados em bacias hidrográficas vêm atingindo níveis críticos em todo o mundo, refletindo em grandes prejuízos para a fauna e flora. No entanto, isso depende também das características físicas (relevo, por exemplo) e da capacidade de recomposição vegetal desses ambientes (Costa; Silva, 2012). A degradação do solo é um dos maiores problemas ambientais da atualidade, e acontece em todas as regiões do planeta. O resultado é um mal direto e indireto ao ser humano: direto pelo fato de que fez e faz de pessoas que moram em zonas instáveis vítimas de enxurradas e desabamentos de terra; indireto pelo desequilíbrio nos ecossistemas que o empobrecimento do solo acarreta (Oliveira et al., 2018).

O manejo ambiental que melhor se encaixa no desenvolvimento agrícola sustentável é a abordagem relacionada à bacia hidrográfica. As bacias hidrográficas são tidas no âmbito do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental. No Brasil, este recorte territorial foi instituído através da Política de Nacional de Recursos Hídricos, a partir da promulgação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Carvalho, 2020). A erosão nas bacias hidrográficas é considerada um dos problemas mais sérios da atualidade, influenciando a produção agrícola, devido ao conseqüente empobrecimento do solo e no abastecimento de água, acarretando a diminuição de sua disponibilidade devido ao assoreamento nos mananciais (Valle Junior, 2008).

Nas bacias hidrográficas brasileiras, os processos de erosão hídrica acelerada estão entre os eventos de degradação de maior significância ambiental, podendo acarretar na queda da produtividade dos solos e a contaminação/assoreamento dos recursos hídricos. Tal fenômeno ocorre, inicialmente, a partir do impacto da chuva sobre uma superfície desprovida de vegetação. Em seguida, acarreta a desagregação de partículas do solo e seu posterior transporte e deposição em áreas mais baixas do relevo (rios e lagos, por exemplo) via escoamento superficial (Bertoni; Lombardi Neto, 1990). Os danos decorrentes da erosão podem incluir: contaminação de rios, assoreamento de mananciais, destruição de propriedades, diminuição da produtividade agrícola; assoreamento de tubulações, enchentes, etc (Oliveira et al., 2018).

Assim, o estudo da erosão dos solos se torna importante, pois o conhecimento antecipado da susceptibilidade à erosão de um solo em área pré-estabelecida pode direcionar a atividade humana em relação ao uso e manejo sustentável dos recursos naturais (Tuchenhagen et al., 2017). Nesse sentido, o modelo de avaliação ambiental da Equação Universal das Perdas de Solo (EUPS), criada por Wischmeier e Smith (1962), apresenta-se como importante ferramenta, principalmente por proporcionar fácil implementação em sistemas de informação geográfica e permitir a estimativa da perda de solo via erosão laminar (Valle Junior et al., 2013).

O uso do sistema de informações geográficas (SIG's) na avaliação e no monitoramento ambiental em bacias hidrográficas mostra-se uma ferramenta de grande eficiência no que concerne à caracterização das áreas em seus aspectos físicos e na quantificação da erosão laminar. Pela sistemática da EUPS, em ambiente SIG, é possível primeiramente quantificar isoladamente seus fatores e seqüencialmente, calcular as perdas de solo por erosão laminar (Tomazoni et al., 2005). Junto com a USLE, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) é considerado um integrador das informações da Equação utilizada para estimativa de perda de solo, pois permite a espacialização dos dados de forma isolada, bem como uma relação entre as variáveis por meio de uma álgebra de mapas, fornecendo como resultado a localização dos processos erosivos em diferentes gradientes (Lima et al., 2018).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a perda potencial de solo na sub-bacia hidrográfica do córrego Rico (BHCR), no município de Muniz Freire, Espírito Santo, a fim de subsidiar melhorias em termos de conservação dos solos e sustentabilidade econômica na região.

Materiais e Métodos

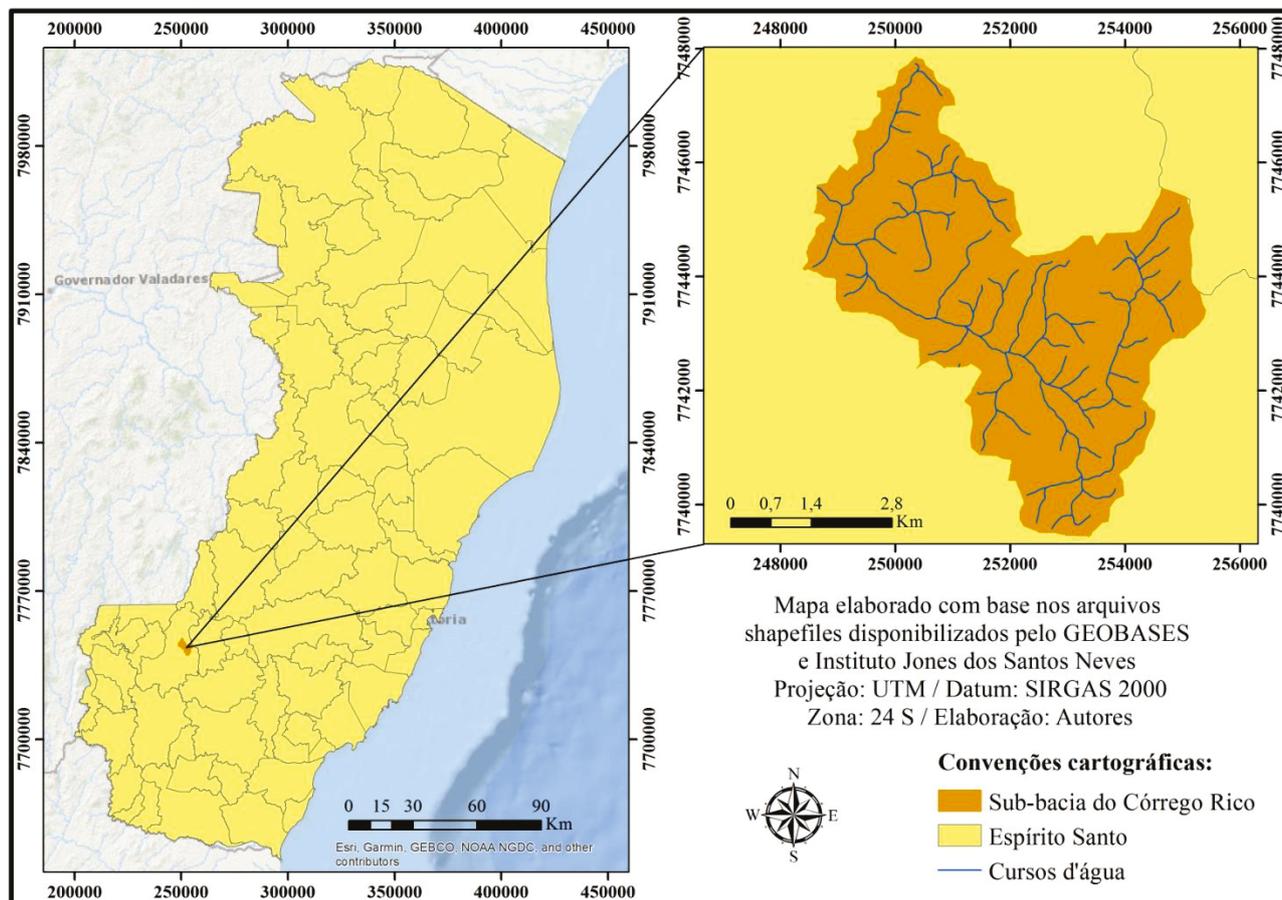
A BHCR está localizada na zona rural do município de Muniz Freire, Estado do Espírito Santo. Com uma área de 26,78 km², possui a cafeicultura e pecuária como as principais atividades econômicas. O clima predominante nessa região é do tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima subtropical de altitude, com inverno seco e frio e verão chuvoso. Há predomínio de temperaturas menores que 22 °C, mesmo no verão (Ventura, 1964). A Figura 1 mostra a localização da área estudada e de seus respectivos cursos hídricos.

Os procedimentos ocorreram no programa computacional ArcGIS®. Para isso, as bases cartográficas digitais foram adquiridas nos portais eletrônicos do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (Geobases, 2020). No Geobases, inicialmente, foram adquiridos arquivos de curvas de nível com abrangência na região estudada. A princípio, foi delimitada a BHCR por meio dos seguintes procedimentos (Santos et al.,

2010): aquisição de feições de curvas de nível junto ao sítio eletrônico do Geobases; geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) e sua posterior correção a fim de corrigir possíveis erros na sua geração; delimitação dos fluxos de direção (*flow direction*) e acumulação (*flow accumulation*); extração da malha hidrográfica da região; identificação e demarcação do exutório da BHCR

e, delimitação da sub-bacia. A geração do MDE ocorreu a partir das feições de curvas de nível adquiridas (com equidistância de 5 m) e com base no método da rede triangulada irregular (TIN), com resolução de 15 m. A EUPS, considerada neste estudo, é dada pela equação (1) (Wischmeier; Smith, 1962):

Figura 1 – Localização da BHCR



$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo: A = perda de solo ($\text{t ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$); R = erosividade ($\text{MJ ha}^{-1} \text{mm h}^{-1} \text{ano}^{-1}$); K = erodibilidade [$\text{t ha}^{-1} (\text{MJ ha}^{-1} \text{mm h}^{-1})^{-1}$]; L = comprimento do declive; S = grau de declive; C = uso e manejo do solo; P = práticas conservacionistas. Os fatores L, S, C e P são adimensionais (Wischmeier; Smith, 1962). A erosão atual indica as perdas de solo por erosão hídrica incluindo a erosão potencial e as condições atuais de uso do solo e práticas culturais, ou seja, os valores de C e P da EUPS (Durães; Mello, 2016). Portanto, para este trabalho, foram desconsiderados os fatores C e P.

A capacidade das águas pluviais de provocar erosão em uma área desprotegida em dado local é indicada pelo fator numérico R (Wischmeier; Smith, 1978), que deve ser calculado por meio de índices mensais de erosão (equação (2)), pela equação proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992):

$$EI_i = 67,355 \times \left(\frac{r_i^2}{P_i} \right)^{0,85} \quad (\text{Eq. 2})$$

Sendo: EI_i = média mensal do índice de erosão ($\text{MJ ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$); r_i = precipitação pluvial média mensal (em mm); P_i – precipitação pluvial média anual (em mm). O fator R significa o somatório dos valores mensais de erosão (Bertoni; Lombardi Neto, 1999). Os dados de precipitação foram adquiridos no sítio eletrônico do Hidroweb, da Agência Nacional de Águas (Ana, 2020), referentes a uma estação pluviométrica localizada em Muniz Freire (ES), com série histórica de 43 anos. A estação apresentou as coordenadas S 20° 31' 42"/ W 41° 30' 41".

Através do MDE da área estudada, foi obtido o mapa de declividade, para determinar os fatores L e S da EUPS. Na prática, tais elementos são juntos, através de um termo chamado "fator topográfico ou LS", que é extraído por meio da agregação do comprimento das encostas com o gradiente de declividade, a partir de

modelos matemáticos. O fator topográfico (LS) foi gerado a partir da geração de dois mapas. O mapa do fator L foi obtido com auxílio da metodologia de Desmet e Govers (1996), McCool et al. (1987) e McCool et al. (1989), através das equações (3), (4) e (5).

$$F = \frac{\sin C / 0,0896}{0,56 + 3 (\sin C)^{0,8}} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$m = \frac{F}{1+F} \quad (\text{Eq. 4})$$

$$L = \frac{[A + D^2]^{(m+1)} - A^{m+1}}{x^m D^{m+2} (22,13)^m} \quad (\text{Eq. 5})$$

Sendo: D = tamanho do pixel; A = fluxo acumulado da drenagem (obtido no ArcGIS® por meio do MDE e da posterior obtenção da direção do fluxo de drenagem – *flow direction*); C = declividade (convertida em radianos); x = coeficiente de forma (considerado x = 1 para sistemas compostos por pixels); m, F = coeficientes (adimensional).

Em seguida, foi gerado o mapa do fator S, pelo algoritmo de McCool et al. (1987) e McCool et al. (1989), partindo das seguintes proposições quanto à declividade:

- quando $\tan C < 0,09$, considerar $S = 10,8 \sin(C) + 0,03$ e;

- quando $\tan C \geq 0,09$, considerar $S = 16,8 \sin(C) + 0,5$.

Alguns solos possuem maior propensão à erosão que outros, mesmo quando a cobertura vegetal, a precipitação, o declive e as práticas de controle de erosão são

as mesmas. Essa diferença é a erodibilidade do solo (fator K) e ocorre devida às propriedades associadas ao solo (Bertoni; Lombardi Neto, 1999). O fator K (erodibilidade do solo) foi determinado por meio do mapeamento dos tipos de solos da BHCR e, em seguida, pela consulta dos dados conforme Corrêa et al. (2015), Demarchi e Zimback (2014) e Silva et al. (2009).

A inserção das equações foi feita na ferramenta “*raster calculator*”, também conhecida como álgebra de mapas, que permite a operação entre mapas gerados no ArcGIS®. Após a obtenção de todos os componentes da equação, a erosão potencial foi classificada conforme o método adotado por Durães e Mello (2016).

Resultados e Discussão

O valor de erosividade obtido para a BHCR é igual a 6.797,20 MJ ha⁻¹ mm⁻¹, sendo classificada como “moderada a alta”, de acordo com a classificação de Carvalho (2008). Foram identificados quatro tipos de solos, que são: nitossolo vermelho (K = 0,039 (Demarchi; Zimback, 2014)), argissolo vermelho-amarelo (K = 0,034 (Silva et al., 2009)), neossolo litólico (K = 0,048 (Demarchi; Zimback, 2014)) e cambissolo háplico (K = 0,036 (Corrêa et al., 2015)).

A classe de intensidade à erosão mais abrangente na BHCR é a “forte”. No entanto, quando somadas, as classes compreendidas de “moderada a forte” a “muito forte” contabilizam 91,841%. As perdas potenciais de solo na BHCR variam de 6,933 ton/ha.ano a 12173,283 ton/ha.ano, com média aritmética de 1715,276 ton/ha.ano e desvio padrão igual a 792,560 ton/ha.ano. A Figura 2 demonstra o mapa de erosão potencial, bem como os percentuais de área para cada classe de intensidade.

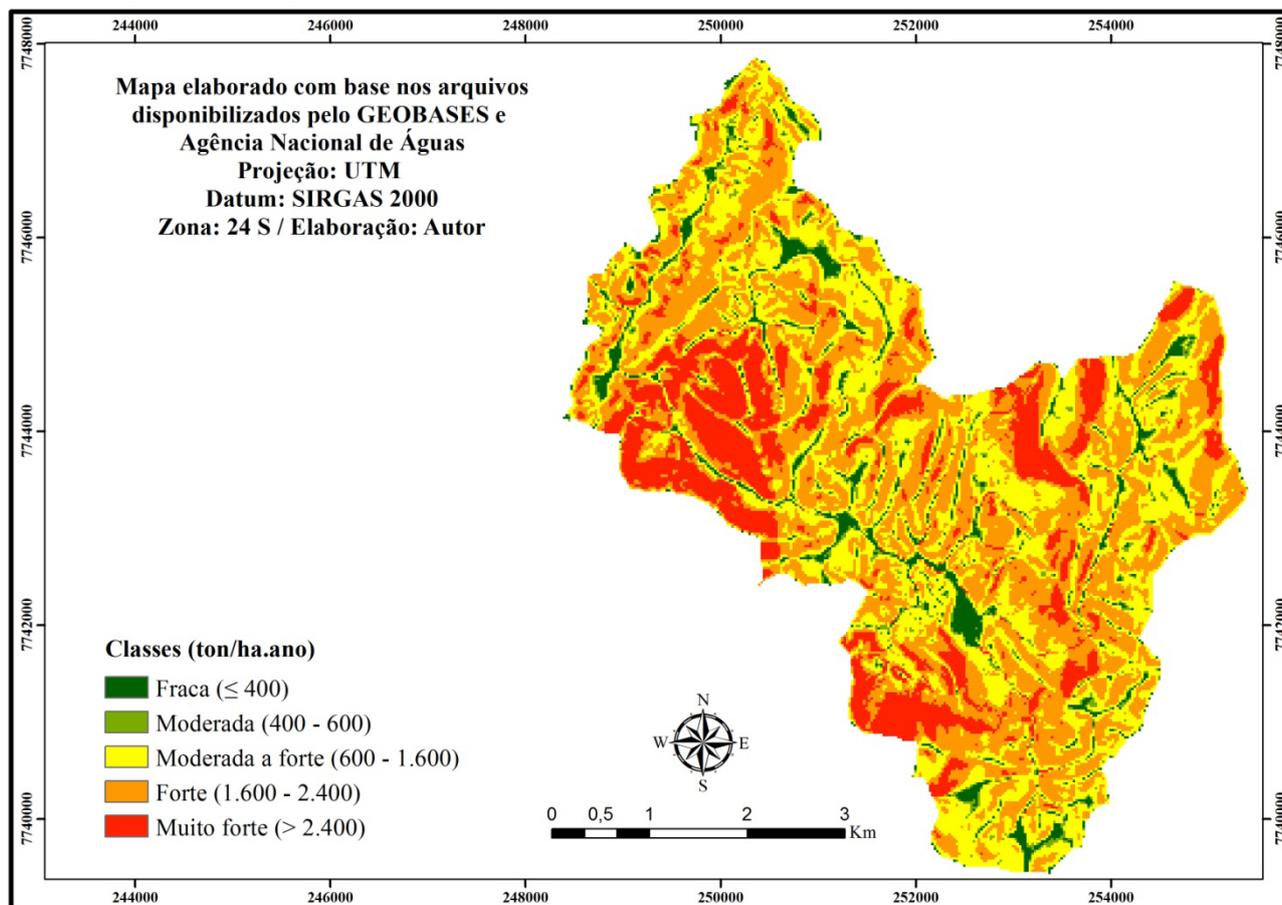
Tabela 1 – Área para cada classe de intensidade à erosão

Classes (ton/ha.ano)	Área (%)	Área acumulada (%)
Fraca (≤ 400)	5,035	5,035
Moderada (400 – 600)	3,123	8,158
Moderada a forte (600 – 1.600)	33,727	41,885
Forte (1.600 – 2.400)	41,545	83,430
Muito forte (> 2.400)	16,569	100,000

A respeito da distribuição das classes de intensidade, verifica-se que as maiores intensidades são vistas na porção noroeste da sub-bacia, embora as classes de maiores intensidades estejam espalhadas por praticamente toda a extensão da BHCR. Esses resultados são atribuídos, principalmente, a alguns parâmetros da USLE que podem agravar a erosão, como a declividade. A inclinação do declive do terreno influencia fortemente as perdas de solo e água por erosão hídrica, pois, à medida que ela aumenta, aumentam o volume e a velocidade da enxurrada e diminui a infiltração de água no solo. Com

isso, aumenta a capacidade de transporte das partículas de solo pela enxurrada, assim como a própria capacidade desta de desagregar solo, por ação de cisalhamento, principalmente quando concentrada nos sulcos direcionados no sentido da pendente do terreno (Cogo et al., 2003). Na área estudada, há predominância de relevo com alta irregularidade, o que acentua as perdas naturais de solo. Tendo em vista a presença de atividades rurais, como a pecuária e a cafeicultura, esse fenômeno se torna ainda mais preocupante.

Figura 2 – Mapa de erosão potencial da BHCR



No município de Muniz Freire, que abrange a BHCR, o estágio de degradação dos solos está se agravando em virtude do abandono de cafezais degradados, da ausência de ações conservacionistas no avanço de espaços com pecuária extensiva, do cultivo de novas lavouras cafeeiras em desnível com ausência de técnicas conservacionistas e mecanização morro abaixo (incluindo culturas agrícolas perenes e temporárias), construção e manutenção de estradas e carregadores com tecnologia inadequada (Incapér, 2010).

Portanto, as perdas de solo na BHCR podem ser agravadas com um manejo antrópico incorreto, sobretudo nas áreas com intensidades à erosão compreendidas de “moderada a forte” a “muito forte”. Nas áreas com solo desprovido de vegetação ou manejo indevidamente, ocorrem processos erosivos e todo esse material lixiviado passa a ser transportado para a rede hidráulica, afetando a forma e a velocidade do escoamento e contribuindo para o assoreamento dos cursos hídricos (Vigolo et al., 2019).

Sendo assim, há necessidade de medidas em prol da minimização da erosão na BHCR. Para o controle do processo erosivo laminar é necessário a readequação do uso da terra, através de uma sistematização dentro de suas potencialidades naturais. Esse procedimento pode ser realizado de duas formas básicas: a primeira delas é pela readequação do uso, adotando-se coberturas que sejam

capazes de proteger adequadamente o solo; e a outra é a adoção de práticas conservacionistas mecânicas, que fragmentem o comprimento de rampa e diminuam, assim, o espaço de circulação superficial da água (Tomazoni et al., 2005).

Domingos e Santos (2006) enfatiza que a cobertura vegetal natural é a ideal para proteger o solo da erosão hídrica, mas lembra que, em áreas agricultáveis, por motivos diversos isto não tem acontecido como deveria, cabendo ao planejador conservacionista atuar orientando sobre a forma menos agressiva de se utilizar certa área para produção agrícola, de forma a dar maior sustentabilidade na produção através da conservação do solo e da água. Tais medidas são de suma necessidade para a BHCR, considerando sua alta potencialidade à erosão.

Conclusão

A BHCR é altamente vulnerável à perda de solos, com a maior parte da área classificada como “moderada a forte” a “muito forte”, em virtude de suas características naturais, como a elevada declividade. Dessa forma, é de extrema necessidade o desenvolvimento de técnicas conservacionistas, bem como uma correta ocupação antrópica e a manutenção da cobertura vegetal, com vistas a conter a erosão potencial na BHCR.

Referências

- Ana. 2020. Séries históricas de estações. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/series_historicas.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. 1990. Conservação do solo. São Paulo, Ícone Editora.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. 1999. Conservação do solo. 4.ed. São Paulo, Ícone Editora.
- Cogo, N. P.; Levien, R.; Scharz, R. A. 2003. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 743–753. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000400019>.
- Carvalho, N. O. 2008. Hidrossedimentologia prática. 2. ed. Rio de Janeiro, Interciência.
- Carvalho, A. T. F. 2020. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. *Caderno Prudentino de Geografia*, 1: 140–161. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6953>.
- Corrêa, E. A.; Morais, I. C.; Pinto, S. dos A. F. 2015. Estimativa da erodibilidade e tolerância de perdas de solo na região do centro leste paulista. *Geociências*, 34: 848–860. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/9035>.
- Costa, S. G. F.; Silva, R. M. da. 2012. Potencial natural e antrópico de erosão na bacia experimental do Riacho Guaíra. *Cadernos do Longepa*, 7: 72–91. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/logepa/article/view/13034>.
- Demarchi, J. C.; Zimback, C. R. L. 2014. Mapeamento, erodibilidade e tolerância de perda de solo na sub-bacia do Ribeirão das Perobas. *Energia na Agricultura*, 29: 102–114. Doi: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2014v29n2p102-114>.
- Desmet, P. J. J.; Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51: 427–433.
- Domingos, J. L.; Santos, A. R. dos. 2006. Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma bacia hidrográfica. *Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, Aracaju, SE, Brasil, 15. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/3261.pdf>.
- Durães, M. F.; Mello, C. R. 2016. Distribuição espacial da erosão potencial e atual do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, MG. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21: 677–685. Doi: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522016121182>.
- Geobases. 2020. IEMA – mapeamento ES – 2012–2015. Disponível em: <https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas1215>.
- Incaper. 2010. Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011–2013: Muniz Freire. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Caparao/Muniz_Freire.pdf.
- Lima, G. S. A.; Ferreira, N. C.; Ferreira, M. E. 2018. Modelagem da perda superficial de solo para cenários de agricultura e pastagem na região metropolitana de Goiânia. *Revista Brasileira de Cartografia*, 70: 1510–1536. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiraca_rtografia/article/view/46513.
- Lombardi Neto, F.; Moldenhauer, W. C. 1992. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). *Bragantia*, 51: 189–196. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051992000200009>.
- McCool, D. K.; Brown, L. C.; Foster, G. R. 1987. Revised slop steepness factor of the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 30: 1387–1396, 1987.
- McCool, D. K.; Foster, G. R.; Mutchler, C. K.; Meyer, L. D. 1989. Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 32: 1571–1576.
- Oliveira, F. F.; Santos, R. E. S. dos.; Araujo, R. da C. de. 2018. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, 5: 60–83. Disponível em: <https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/699/928>.
- Santos, A. R. dos.; Louzada, F. L. R. de O.; Eugênio, F. C. 2010. ARCGIS 9.3 total: aplicações para dados espaciais. Alegre, CAUFES. Disponível em: http://www.mundogeomatica.com.br/Livros/Livro_ArcGIS%209.3_Aplicacoes_Para_Dados_Espaciais/Livro_ArcGIS93_Total.pdf.
- Silva, R. M.; Paiva, F. M. de L.; Santos, C. A. G. 2009. Análise do grau de erodibilidade e perdas de solo na bacia do Rio Capiá baseado em SIG e sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2: 26–40. Doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v2.1.p26-40>.
- Silva, J. B. da. 2012. Erosão e escoamento pluvial superficial: uma experiência na bacia hidrográfica do Glória em Uberlândia, Minas Gerais. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, 3: 419–438. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/17431>.
- Tomazoni, J. C.; Mantovani, L. E.; Bittencourt, A. V. L.; Rosa Filho, E. F. 2005. A sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na bacia do Rio Anta Gorda (PR). *Estudos Geográficos*, 3: 1–21. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1286/1/ESTGEO_Tomazoni%2C%20Julio%20Caetano_2005.pdf.
- Tuchtenhagen, I. K.; Hartwig, M. P.; Nunes, M. C. M.; Lima, C. L. R.; Silva, T. P.; Domingues, S. 2017. Estimativa da erosão hídrica por meio do modelo USLE na sub-bacia Santa Rita em Pelotas-RS. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 8: 88–96. Doi: <https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.003.0009>.
- Valle Junior, R. F. do.; Galbiatti, J. A.; Pissarra, T. C.; Martins Filho, M. V. 2013. Diagnóstico do conflito de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberaba. *Global Science and Technology*, 6(1): 40–52. Disponível em: <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/544/336>.
- Ventura, A. 1964. Problemas técnicos da silvicultura paulista. *Silvicultura em São Paulo*, 3: 61–80.
- Vigolo, M.; Breda, B.; Bortolin, T. A. 2019. Estudo fisiográfico da sub-bacia pertencente à bacia do Rio Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo, Rio Grande do Sul. *Acta Brasiliensis*, 3: 63–68. Doi: <https://doi.org/10.22571/2526-4338187>.
- Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. 1962. Rainfall erosion. *Advances in Agronomy*, 14: 109–148. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60437-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60437-X).
- Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: USDA.